

(11)Publication number : **2001-176528**
(43)Date of publication of application : **29.06.2001**

(21)Application number : **11-363157** (71)Applicant : **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**
(22)Date of filing : **21.12.1999** (72)Inventor : **OZEKI MASATAKA
ASOU TOMOMICHI
KAKE SHINOBU**

Figure 1 is a block diagram of a control system for a power plant. The diagram shows a sequence of blocks: 9 (cylinder), 10 (square), 11 (square), 4 (square), 5 (square), 2 (square), 6 (square), 7 (square), 8 (circle), and 3 (square). A large block 12 is at the top. Arrows indicate the flow of signals and data. A dashed line connects block 10 to block 12. A solid line connects block 12 to block 10. A solid line connects block 10 to block 11. A solid line connects block 11 to block 4. A solid line connects block 4 to block 5. A solid line connects block 5 to block 2. A solid line connects block 2 to block 6. A solid line connects block 6 to block 7. A solid line connects block 7 to block 8. A solid line connects block 8 to block 3. A solid line connects block 3 to block 2. A solid line connects block 3 to block 6. A solid line connects block 3 to block 7. A solid line connects block 3 to block 8. A solid line connects block 3 to block 12. A solid line connects block 12 to block 10. A solid line connects block 12 to block 11. A solid line connects block 12 to block 4. A solid line connects block 12 to block 5. A solid line connects block 12 to block 2. A solid line connects block 12 to block 6. A solid line connects block 12 to block 7. A solid line connects block 12 to block 8. A solid line connects block 12 to block 3.

BEST AVAILABLE COPY

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-176528
(P2001-176528A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001. 6. 29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース(参考)
H 0 1 M 8/04 8/06		H 0 1 M 8/04 8/06	J 5 H 0 2 7 G

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-363157
(22) 出願日 平成11年12月21日 (1999. 12. 21)

(71) 出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72) 発明者 尾関 正高
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72) 発明者 麻生 智倫
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(74) 代理人 100072431
弁理士 石井 和郎

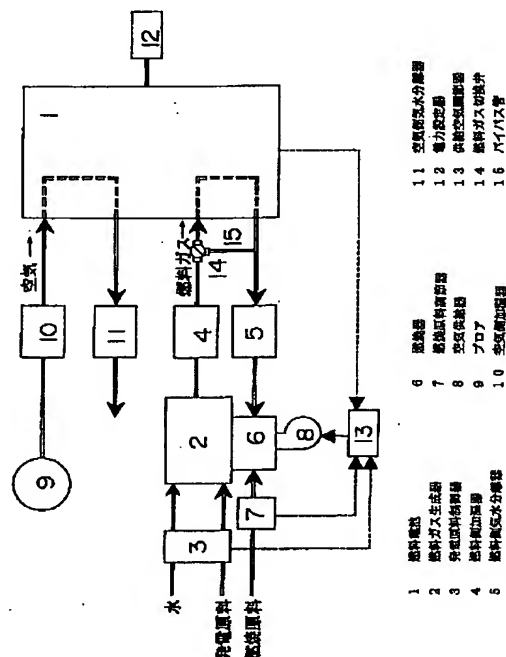
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 安定性および信頼性が高く、発電コストを低く維持する運転を実現する燃料電池システムを提供すること。

【解決手段】 燃料電池、燃料ガス生成器、燃焼原料と前記燃料電池より排出される残余燃料ガスを燃焼し、前記燃料ガス生成器を燃料ガス生成に必要な温度に保つ燃焼器、前記燃焼器に空気を供給する空気供給器、および前記空気供給器の供給空気量を調節する供給空気量調節器とを備え、前記空気量調節器が前記空気供給器の供給空気量を調整し、燃焼原料を完全燃焼させ、かつ残余燃料ガスに含まれる水素を完全燃焼させる量の空気を送ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水素と酸素を反応させ電力を発生する燃料電池、発電原料から水素を主成分とする燃料ガスを生成する燃料ガス生成器、燃焼原料と前記燃料電池より排出される残余燃料ガスとを燃焼し、前記燃料ガス生成器を燃料ガスの生成に必要な温度に保つ燃焼器、前記燃焼器に空気を供給する空気供給器、および前記空気供給器の供給空気量を調節する空気量調節器を備える燃料電池システムであって、

前記空気量調節器が前記空気供給器の供給空気量を調節し、燃焼原料を完全燃焼させ、かつ残余燃料ガスに含まれる水素を完全燃焼させる量の空気を前記燃焼器に送ることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 前記空気量調節器が、燃焼原料の供給量と、発電原料の供給量および前記燃料電池の発電電流から算出した残余燃料ガス中に含まれる水素量とに基づいて、前記空気供給器の供給空気量を調節することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】 水素と酸素を反応させ電力を発生する燃料電池、発電原料から水素を主成分とする燃料ガスを生成する燃料ガス生成器、燃焼原料と前記燃料電池より排出される残余燃料ガスとを燃焼し、前記燃料ガス生成器を燃料ガスの生成に必要な温度に保つ燃焼器、前記燃焼器に供給する燃焼原料の量を調節する燃焼原料調節器を備え、

前記燃焼器が燃焼を行う際に、前記燃焼原料調節器があらかじめ定められた一定量以上の燃焼原料を前記燃焼器に供給することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 4】 水素と酸素を反応させ電力を発生する燃料電池および燃料電池の発電電力を決定する電力設定器を有し、

運転時において、電力負荷が発電電力よりも大きい場合に、電力設定器が徐々に発電電力を増加させ、電力負荷が発電電力よりも小さい場合には、発電電力を瞬時に減少させることを特徴とする燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池を用いて発電を行う燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の燃料電池システムについて、図面を参照しながら説明する。図 6 は、従来のリン酸型燃料電池システムの構成を示す。図 6 に示すように、リン酸型などの従来の燃料電池システムは、燃料ガスと酸化剤ガスをを用いて発電を行う燃料電池 1 からなり、燃料ガスの供給排出系と酸化剤ガスの供給排出系をもつ。まず、燃料ガス供給排出系について説明する。燃料ガスの供給側には、天然ガスなどの発電原料を水蒸気改質し水素に富んだ燃料ガスを生成する燃料ガス生成器 2 と、発電に必要な水素量の 1.3 倍程度の水素を含む量の燃料ガス

を供給するように発電原料および水の流量を制御する発電原料制御器 3 と、燃料ガスを加湿する燃料側加湿器 4 とを備える。燃料ガス生成器 2 は、燃料電池 1 へ供給する燃料ガスを生成するとともに、燃料ガスに含まれる一酸化炭素を燃料電池 1 の触媒にダメージを与えない濃度まで除去する機能も有する。なお、燃料電池 1 に供給される燃料ガスは、水素以外に水蒸気と二酸化炭素や微量の一酸化炭素を含む。そして、燃料電池 1 からは、発電に用いられなかった量の水素と水蒸気と二酸化炭素と一酸化炭素の混合ガスが排出される。

【0003】 また、燃焼ガス生成器 2 には燃焼器 6 が隣接しており、天然ガスなどの燃焼原料と残余燃料ガスを燃焼する。そして、燃焼器 6 へ供給する燃焼原料の流量を調節して燃料ガス生成器 2 の温度を発電原料から水素に富んだ燃料ガスを生成するのに必要な温度（約 700℃）に維持する燃焼原料調節器 7 とが設けられている。そして、燃焼器 6 には、燃焼用の空気を供給する空気供給器 8 が設けられている。また、燃焼原料と残余燃料ガスが完全燃焼するように、供給空気調節器 13 によって、空気供給器 8 が燃焼器 6 に供給する空気量が調整される。なお、この燃焼器 6 は燃料ガスの排出側においても機能している。すなわち、燃料電池 1 から排出された残余燃料ガスは、燃料側気水分離器 5 において水分が除去された後、燃焼器 6 へと導入される。すなわち、燃焼器 6 においては、燃焼原料調節器 7 により供給量を調節された燃焼原料と、燃料電池 1 より排出された残余燃料ガスと、空気供給器 8 からの空気とが供給され、前記燃焼原料と残余燃料ガスが燃焼される。

【0004】 つぎに、酸化剤ガスである空気の供給排出系について説明する。空気供給側には、空気を燃料電池 1 に供給するブローア 9 と、供給空気を加湿する空気側加湿器 10 とが設けられている。通常、燃料電池 1 には、発電に必要な酸素量の 3 倍程度の酸素を含む量の空気が供給される。一方、残った空気が排出される側には、燃料電池 1 から排出される空気中の水分を分離する空気側気水分離器 11 が設けられている。そして、燃料電池 1 には、燃料電池 1 が発電する電力を設定する電力設定器 12 が配されている。このような構成を有する燃料電池システムは、電力設定器 12 を通して電力負荷に接続されると同時に、電力系統（図示せず。）と連携されている。

【0005】 つぎに、図 7 に、従来の固体高分子型燃料電池システムの構成を示す。なお、図 7 において、図 6 に示す燃料電池システムにおいて同じ機能を有するものについては、同一の符号を用いた。図 7 に示すように、従来の固体高分子型燃料電池システムは、燃料ガス切換弁 14 を有しており、燃料ガス生成器 2 から排出された燃料ガスを、燃料電池 1、またはバイパス管 15 を経由して燃料側気水分離器 5 へ送ることができる。固体高分子型燃料電池システムの場合は、燃料電池 1 が 80℃程

度というリン酸型の場合（約 200℃）などに比べて非常に低い温度で動作する。そのため、リン酸型燃料電池の場合は、一酸化炭素を数%含んだ燃料ガスが燃料電池 1 へ供給されても問題ないが、固体高分子型燃料電池の場合は、一酸化炭素を数十 ppm 以上の割合で含む燃料ガスが燃料電池 1 に供給されても、燃料電池 1 にある触媒が被毒して発電性能が劣化する。

【0006】一方、システム起動時など燃料ガス生成器 2 の温度が低い場合には、燃料ガス生成器 2 の一酸化炭素除去機能が十分に働かず、燃料ガス生成器 2 から排出される燃料ガスには、一酸化炭素が多く含まれる。そこで、燃料ガスに一酸化炭素が多く含まれる場合は、燃料ガス切換弁 14 により燃料ガスをバイパス管 15 を経由して燃料側気水分離器 5 へと送る。逆に、燃料ガス中の一酸化炭素が十分に低い場合には、燃料ガス切換弁 14 は燃料ガスを燃料電池 1 へ供給し、発電が行う。なお、電力設定器 12 は、燃料電池 1 が発電する電力を設定し、電力負荷が発電電力より小さい場合には、余剰電力を電力系統へ逆潮流させる機能を持つ。

【0007】上記の従来の燃料電池システムにおいては、供給空気調節器 13 はつぎのような働きをする。すなわち、まず燃焼原料調節器 7 が燃焼器 6 に供給する燃焼原料の量と、発電原料制御器 3 が燃料ガス生成器 2 へ供給する発電原料の量とから、燃料電池 1 が排出する残余燃料ガスの量を演算する。ついで、この演算量に対して、空気過剰率 $\lambda = 1.5$ 程度になる量の空気を燃焼器 6 へ供給するように空気供給器 8 を調節するのである。なお、空気過剰率 $\lambda = 1.5$ は、不完全燃焼による一酸化炭素の発生を抑え、かつ安定な燃焼を保つために通常用いられる量である。リン酸型燃料電池システムなどのように、運転時に燃料ガス生成器 2 が排出する燃料ガスを燃料電池 1 へ供給可能なシステムの場合は、常に、発電原料の 4.5 倍程度の水素を含む燃料ガスが燃料電池 1 へ供給される。そして、その 77% 程度の水素が発電で消費され、残余燃料ガスは残りの 23% 程度の水素を含んで排出されてくる。そのため、残余燃料ガス中に含まれる水素量は、発電原料から算出することが可能となる。

【0008】しかし、固体高分子型燃料電池システムの場合は、起動時に燃料ガス中に一酸化炭素が多く含まれる場合、燃料ガス切換弁 14 により、水素を含んだ燃焼ガスは燃料電池 1 には供給されず、すべて燃焼器 6 に供給されることになる。そのため、燃料ガス中に含まれる水素量と発電に利用される水素量との比が 1.3 倍程度から大きくずれる事態が発生する。燃料電池に原料ガスを供給する場合、安定的な発電反応を継続するためには、反応に必要な量の 1.2 ～ 1.4 倍程度の原料ガスを供給しないと、水素と酸素を反応させる反応部の一部で水素不足を生じることがある。したがって、すべての運転状態において、残余燃料ガス中に含まれる水素の量

を発電原料から正確に算出することは極めて困難であり、残余燃料ガス中に含まれる水素量の算出値が実際の水素量と大きく異なる場合がある。この場合、燃焼器 6 の排気ガス中に多量の一酸化炭素が含まれたり、燃焼器 6 が失火して、燃焼原料や残余燃料ガスが燃焼されずに燃焼器 6 に供給され続けたりすることにより、爆発などの危険な状態に陥る可能性もある。

【0009】また、火災の有無の検知には、通常、燃焼器 6 の中にフレイムロッド（図示せず。）を設置する。このフレイムロッドは、火災がある場合に微小な電流を発生するセンサーである。一方、起動時の時など、非常に多量の水素が残余燃料ガスに含まれる場合には、燃料ガス生成器 2 の温度を約 700℃ に維持しようとする、燃焼原料の燃焼器 6 への供給を停止する場合がある。したがって、水素のみの燃焼時には火災が発生しても電流が発生しないため、前記フレイムロッドでは、燃焼器 6 において燃焼が正常に行われているのかどうか正確に判断できないことになる。

【0010】さらに、小型化が可能な固体高分子型燃料電池システムは、実際の使用方法として、電力負荷に応じて発電量を刻一刻と変化させて使用される場合もある。電力負荷の変化速度に対して、燃料ガス生成器 2 が燃料ガス生成量を変化させる速度は遅く、とりわけ燃料ガスの生成量を増加させる時は、かなりの時間を有する。そのため、電力設定器 12 が電力負荷に合わせて燃料電池 1 の発電量を増加させてしまうと、燃料電池 1 で燃料ガス不足を生じ、転極が発生して触媒が溶融し、燃料電池の劣化が生じてしまう。逆に、燃料ガス生成量を減少させるときは、電力負荷変動に近い燃料ガス生成量の減少が可能であるが、電力設定器 12 が電力負荷減少時に燃料電池 1 の発電量を減少させる速度を必要以上に遅くすると、燃料電池 1 で発電する電力が電力負荷に対して余剰になり、余剰分は電力系統へ逆潮流される。しかし、小規模な燃料電池システムの場合、逆潮流を行う場合の売電料金は、受電料金よりかなり低価格となるため、発電におけるコストが結果的に上昇してしまい、燃料電池発電におけるユーザーのメリットが減少してしまうという問題がある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明は、安定的で信頼性が高く、発電コストを低く維持できる運転を実現する燃料電池システムを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上述のような問題点を解決すべく、水素と酸素を反応させ電力を発生する燃料電池、発電原料から水素を主成分とする燃料ガスを生成する燃料ガス生成器、燃焼原料と前記燃料電池より排出される残余燃料ガスとを燃焼し、前記燃料ガス生成器を燃料ガスの生成に必要な温度に保つ燃焼器、前記燃焼器に

空気を供給する空気供給器、および前記空気供給器の供給空気量を調節する空気量調節器を備える燃料電池システムであって、前記空気量調節器が前記空気供給器の供給空気量を調節し、燃焼原料を完全燃焼させ、かつ残余燃料ガスに含まれる水素を完全燃焼させる量の空気を前記燃焼器に送ることを特徴とする燃料電池システムを提供する。この燃料電池システムにおいては、前記空気量調節器が、燃焼原料の供給量と、発電原料の供給量および前記燃料電池の発電電流から算出した残余燃料ガスに含まれる水素量とに基づいて、前記空気供給器の供給空気量を調節するものであるのが有効である。

【0013】また、本発明は、水素と酸素を反応させ電力を発生する燃料電池、発電原料から水素を主成分とする燃料ガスを生成する燃料ガス生成器、燃焼原料と前記燃料電池より排出される残余燃料ガスとを燃焼し、前記燃料ガス生成器を燃料ガスの生成に必要な温度に保つ燃焼器、前記燃焼器に供給する燃焼原料の量を調節する燃焼原料調節器を備え、前記燃焼器が燃焼を行う際に、前記燃焼原料調節器があらかじめ定められた一定量以上の燃焼原料を前記燃焼器に供給することを特徴とする燃料電池システムを提供する。ここで、「あらかじめ定められた一定量以上」とは、これ以上燃焼ガスの供給量を減少させてしまうと、火災が実際に存在するにも拘わらず、フレームロッドで火災検知が困難になってしまう程度の燃焼原料供給量をいう。さらに、本発明は、水素と酸素を反応させ電力を発生する燃料電池および燃料電池の発電電力を決定する電力設定器を有し、運転時において、電力負荷が発電電力よりも大きい場合に、電力設定器が徐々に発電電力を増加させ、電力負荷が発電電力よりも小さい場合には、発電電力を瞬時に減少させることを特徴とする燃料電池システムをも提供する。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

《第1の実施の形態》図1は、本発明の第1の実施の形態に係る固体高分子電解質型燃料電池システムの構成図である。本実施の形態における固体高分子電解質型燃料電池システムは、燃料ガスと酸化剤ガスを用いて発電を行う燃料電池1、天然ガスなどの発電原料を水蒸気改質して水素を主成分とする燃料ガスを生成する燃料ガス生成器2、発電に必要な水素量の1.3倍程度の水素を含む量の燃料ガスを供給するように発電原料および水の流量を制御する発電原料制御器3、燃料ガスを加湿する燃料側加湿器4、燃料電池1から排出される残余燃料ガス中の水分を分離する燃料側気水分離器5、天然ガスなどの燃焼原料と水素を含む残余燃料ガスを燃焼する燃焼器6、燃焼器6へ供給する燃焼原料の流量を調節して燃料ガス生成器2の温度を発電原料から水素に富んだ燃料ガスを生成するのに必要な温度（約700℃）に維持する燃焼原料調節器7、燃焼器6へ燃焼用の空気を供給する

空気供給器8、酸化剤ガスとしての空気を燃料電池1に供給するブロー9、供給空気を加湿する空気側加湿器10、燃料電池1から排出される空気中の水分を分離する空気側気水分離器11、燃料電池1を電力負荷と電力系統に連携される形で接続し、燃料電池1の発電する電力を設定する電力設定器12、燃焼原料と残余燃料ガスが完全燃焼するように空気供給器8が燃焼器6に供給する空気量を調整する供給空気調節器13、および燃料ガス生成器2から排出された燃料ガスを燃料電池1へ供給するか、バイパス管15を経由して燃料側気水分離器5へ送るかを切換える燃料ガス切換弁14を有する。上記の各構成要素において、図6および図7で示した従来の燃料電池システムのものと同じ機能を有するものについては、同一符号を用いた。これらの機能の詳細は、図6および図7で示した従来の燃料電池システムのものと同様である。

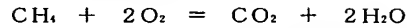
【0015】つぎに、図1に示す燃料電池システムの動作方法について説明する。図2は、本発明における供給空気調節器13の動作方法を示すフローチャートである。まず、発電原料制御器3が設定した発電原料の供給量と燃料電池1が発電している時の電流値から残余燃料ガス中の水素量を演算する（001）。演算法は、以下のとおりである。例えば、発電原料として都市ガス13Aを用いる場合、都市ガス13Aの組成が、メタン88%、エタン6%、プロパン4%、ブタン2%であり、ここに水を加えて燃料ガスである水素を生成させることから、メタンに対しては、



により、4倍の水素が発生する。これと同様に他の成分についても計算すると、都市ガスに対して約4.5倍の水素が発生することになる。したがって発電原料（都市ガス13A）の供給量が β [リットル/min]の場合、燃料ガス生成器2で生成される燃料ガスの量は β [リットル/min]の約4.5倍である。そのときの燃料電池1の発電電流が γ [A]であれば、燃料電池1で水素は $(\gamma \times 0.56)$ [リットル/min]程度消費されるため、残余燃料ガスに含まれる水素量は、 $(\beta - \gamma \times 0.56)$ [リットル/min]となる。

【0016】つぎに、残余燃料ガス中の水素量から燃焼器6へ供給する空気供給量候補値 $\Delta 2$ を決定する（002）。空気供給量候補値 $\Delta 2$ は、空気過剰率が1.5になるように $(\beta \times 0.75 - \gamma \times 0.42)$ [リットル/min]と決める。つぎに、供給空気調節器13は、燃焼原料調節器7が設定した燃焼原料の供給量より燃焼器6へ供給する空気供給量候補値 $\Delta 2$ を決定する（003）。一方、 $\Delta 1$ は以下のような演算で決定する。燃焼原料調節器7が設定した燃焼原料（都市ガス13A）の供給量が α [リットル/min]の場合、空気過剰率が1.5になるように空気の供給量は α [リットル/min]の1.5倍に決定する。ここで、燃焼原料

ガスと空気の関係については、



により、メタンに対して2倍の酸素が必要となる。同様に、都市ガスの他の成分についても計算すると、都市ガスに対して約2.1倍の酸素が必要となる。そして空気中の酸素濃度は約21%であることから、空気は都市ガスの約10倍必要になり、さらに空気過剰量を $\lambda = 1.5$ とすると空気供給量は約15倍になる。ついで、空気供給量候補値 $\Lambda 1$ と空気供給量候補値 $\Lambda 2$ とを加算して、燃焼器6へ送る空気供給量 $\Lambda 0$ を決定する(004)。そして、最後に、燃焼器6へ送る空気供給量が $\Lambda 0$ になるように空気供給器8を調節する(005)。以上のように、発電原料の供給量と燃料電池1の発電電流から残余燃料ガス中の水素量を算出し、残余燃料ガス中の水素と燃料原料とをすべて完全燃焼させるだけの空気量を燃焼器6へ供給することにより、燃焼排ガス中の一酸化炭素を最小限に抑えながら、燃焼器6において安定燃焼を実現できるため、起動から通常発電時にわたって安定した燃料電池システムの運転が可能となる。

【0017】《第2の実施の形態》つぎに、本発明の第2の実施の形態に係る燃料電池システムについて、図面を参照しながら説明する。本発明の第2の実施の形態に係る燃料電池システムの構成は、図1に示した第1の実施の形態と同様であり、それらの機能の詳細は、図1で示した第1の実施の形態の燃料電池システムのものに準ずる。図3は、本発明における燃焼原料調節器7の動作方法を示すフローチャートである。まず、燃焼原料調節器7は燃料ガス生成器2の温度 T_r を計測する(011)。つぎに、温度 T_r と燃料ガス生成器2の温度目標値 700°C と比較を行う(012)。温度 T_r が 700°C よりも高い場合には、燃焼原料候補値 Q_0 を現在の燃焼原料供給量 Q から ΔQ だけ減少させた値に設定し(013)、温度 T_r が 700°C よりも低い場合には、燃焼原料候補値 Q_0 を現在の燃焼原料供給量 Q から ΔQ だけ増加させた値に設定する(014)。ここで、 ΔQ は、つぎのような方法により決定することができる。まず、実験データをもとに、温度 T_r と目標温度との差や、温度の変化量などから燃焼原料の候補値のテーブルを作成しておくことにより決定することができる。また、温度 T_r と目標温度との差、変化量、差の積分値から燃焼原料の候補値を求めるPID制御という制御方式を用いることもできる。つぎに、燃焼原料候補値 Q_0 と燃焼原料下限値を比較して(015)、燃焼原料候補値 Q_0 が燃焼原料下限値よりも小さい場合には、燃焼原料候補値 Q_0 を下限値に変更する(016)。最後に、燃焼原料供給量 Q を燃焼原料候補値 Q_0 に設定する。以上のように燃焼原料調節器7を用いて燃焼原料供給量を決定することにより、最低限の燃焼原料が燃焼器6に送られるため、失火する危険性が極めて少なくなるとともに、火災を通常のフレイムロッドで常時検出することが可能にな

り、システムも信頼性を維持することができる。

【0018】《第3の実施の形態》つぎに、本発明の第3の実施の形態に係る燃料電池システムを、図面を参照しながら説明する。図5は、本発明の第3の実施の形態における燃料電池システムを示す構成図である。本発明の第3の実施の形態における燃料電池システムの各構成要素について、図1に示した第1の実施の形態と同じ機能を有するものについては、同一符号を用いた。また、それらの機能の詳細は、図1に示した第1の実施の形態の燃料電池システムのものに準ずる。図4は、本発明における電力設定器12の動作方法を示すフローチャートである。

【0019】まず、電力設定器12は現在時刻を T_m として記憶し(031)、現在の電力負荷 W を検出する(032)。つぎに、電力負荷 W とシステムの発電電力設定値 P を比較して(033)、電力負荷 W が発電電力設定値 P より小さい場合には、発電電力設定値 P の値を現在の電力負荷 W に一致させる(034)。ついで、減少させた電力設定値 P に相当する量の発電原料と水を供給するように発電原料制御器3に指令を送り(035)、現在時刻 T_m を前回制御時刻 T_w として記憶する(036)。一方、電力負荷 W とシステムの発電電力設定値 P を比較して(033)、電力負荷 W が発電電力設定値 P より大きい場合には、現在時刻から時間 ΔT 後にシステムが増加可能な発電電力増加量 P_w を演算する(037)。発電電力増加量 P_w は主として燃料ガス生成器2が燃焼ガス中の一酸化炭素濃度を充分低く抑えながら燃料ガス生成能力を増加させる速度に対応した発電電力増加量であって、例えば、時間 $\Delta T = 1$ 分間に対して、 P_w は定格発電電力の10分の1程度となる。つぎに、現在時刻 T_m と前回制御時刻 T_w から時間 ΔT 経過した時刻と比較して(038)、現在時刻 T_m が前回制御時刻 T_w から時間 ΔT 経過した時刻よりも前であれば、現在の発電電力設定値 P よりも P_w だけ増加させた発電電力に相当する量の発電原料と水を供給するように発電原料制御器3に指令を送る(039)。また、現在時刻 T_m と前回制御時刻 T_w から時間 ΔT 経過した時刻と比較して(038)、現在時刻 T_m が前回制御時刻 T_w から時間 ΔT 経過した時刻を過ぎていれば、発電電力設定値を現在の発電電力設定値 P よりも P_w だけ増加させる(040)。

【0020】ここで、039と040の2種の制御工程を用いるのは以下の理由による。すなわち、燃焼ガス生成器は都市ガスを燃焼ガスへ化学変化させる化学プラントのようなものであるため、燃焼ガスを急激に下げる変化は、化学反応の速度などを低下させることであり、特に問題はない。ところが、燃料ガスを急激に増やす変化は、化学反応速度を上昇させる必要があるところ、瞬時に燃料ガスを増加させると、都市ガスが十分に水素に変換されなかったり、燃料ガス中に一酸化炭素が多量に含

まれてしまうという不具合が生じる。一方、燃料電池の発電量は電気的な変化であるため瞬時に変更することも可能であるが、瞬時に発電量を増加させてしまうと、燃料ガス生成器より供給される燃料の量を対応させて増加させることができず、燃料電池内部で燃料ガスが不足し、逆に発電量を不足させて燃料電池の特性を悪化させることになる。そこで、燃料ガス増加時は、燃料ガス生成器が燃料ガス供給量を増加可能な速度で、ゆっくりと発電量を増やしていく必要があるのである。

【0021】以上のように、発電電力を即座に減少させ、発電負荷が現在の発電電力より大きい場合には、燃料ガス生成器 2 の燃料ガス生成能力の増加可能な速度に応じて発電電力を増加させていくことにより、燃料電池 1 において燃料ガス不足が発生せず、安定した、信頼性の高い燃料電池システムの運転が可能となる。また、発電負荷が現在の発電電力より小さい場合は、発電電力を即座に減少させることにより、不必要に燃料電池システムで発電した電力を電力系統へ逆潮流することがなくなり、発電コストの減少を招くことがない。なお、本発明の第 1 の実施の形態および第 2 の実施の形態において、燃焼原料と残余燃焼ガスを燃焼する燃焼器および空気供給器は 1 つの例で説明したが、燃焼原料を燃焼する燃焼器と空気供給器と、残余燃焼ガスを燃焼する燃焼器と空気供給器との 2 つに分けて構成してもよく、同様の効果が得られる。

【0022】

【発明の効果】以上説明したところから明らかなように、本発明は、安定的かつ信頼性の高い燃料電池システムの運転と発電コストを低く維持する運転を実現する燃料電池システムを提供することができる。すなわち、空気供給器 8 において燃焼器 6 へ供給する燃焼用の空気量を、発電原料の供給量と燃料電池 1 の発電電流とを用いて算出した残余燃料ガス中に含まれる水素量と、燃焼原料の量に基づいて調節することにより、起動から通常発電時にわたって安定した燃料電池システムの運転が可能となる。また、前記燃焼原料調節器 7 は、あらかじめ定められた一定量以上の燃焼原料を燃焼器 6 に供給することにより、すべての運転状態にわたって正確にフレイムロッドによる火炎検出を可能とし、燃料電池システムの信頼性を向上させることが可能となる。さらに、電力設

定器 12 は、電力負荷が現在の発電電力よりも大きい場合は、ゆっくりと発電電力を増加させ、電力負荷が現在の発電電力よりも小さい場合には、発電電力を瞬時に減少させることにより、不必要な発電電力の電力系統への逆潮流を無くし、コストの低く抑えながら安定した燃料電池システムの運転が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態および第 2 の実施の形態に係る燃料電池システムの構成図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態に係る燃料電池システムにおける供給空気調節器 13 の動作方法を示すフローチャートである。

【図 3】本発明の第 2 の実施の形態に係る燃料電池システムにおける燃焼原料調節器 7 の動作方法を示すフローチャートである。

【図 4】本発明の第 3 の実施の形態に係る燃料電池システムにおける電力設定器 12 の動作方法を示すフローチャートである。

【図 5】本発明の第 2 の実施の形態および第 3 の実施の形態に係る燃料電池システムの構成図である。

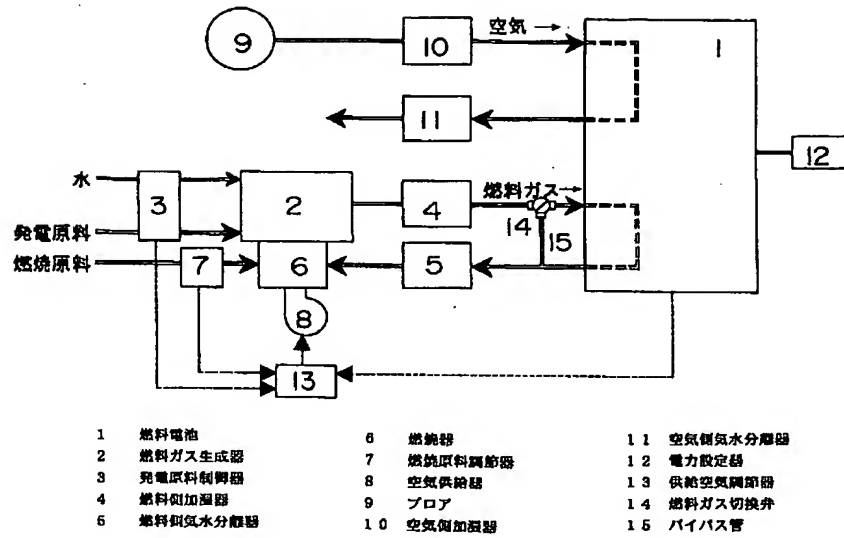
【図 6】従来の固体高分子電解質型以外の燃料電池システムの構成図である。

【図 7】従来の固体高分子電解質型燃料電池システムの構成図である。

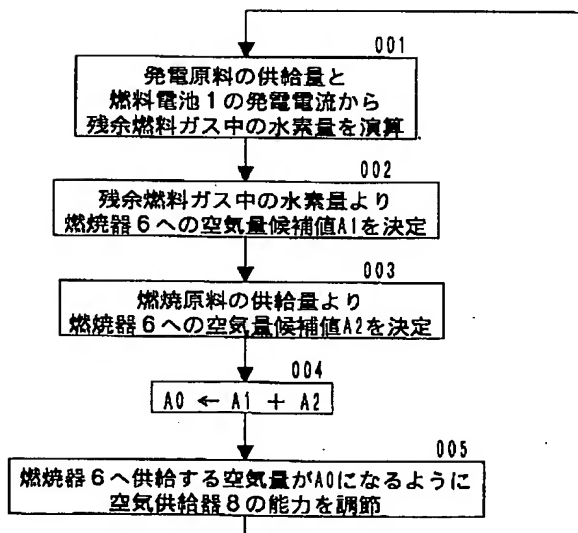
【符号の説明】

- 1 燃料電池
- 2 燃料ガス生成器
- 3 発電原料制御器
- 4 燃料側加湿器
- 5 燃料側気水分離器
- 6 燃焼器
- 7 燃焼原料調節器
- 8 空気供給器
- 9 プロア
- 10 空気側加湿器
- 11 空気側気水分離器
- 12 電力設定器
- 13 供給空気調節器
- 14 燃料ガス切換弁
- 15 バイパス管

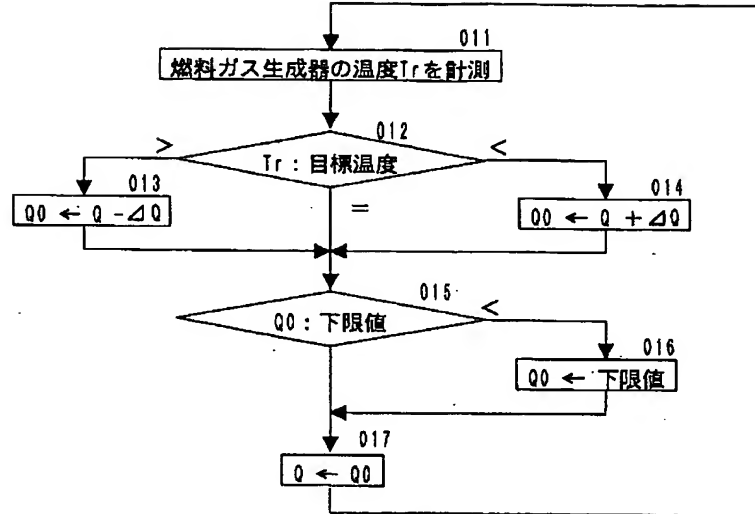
【図1】



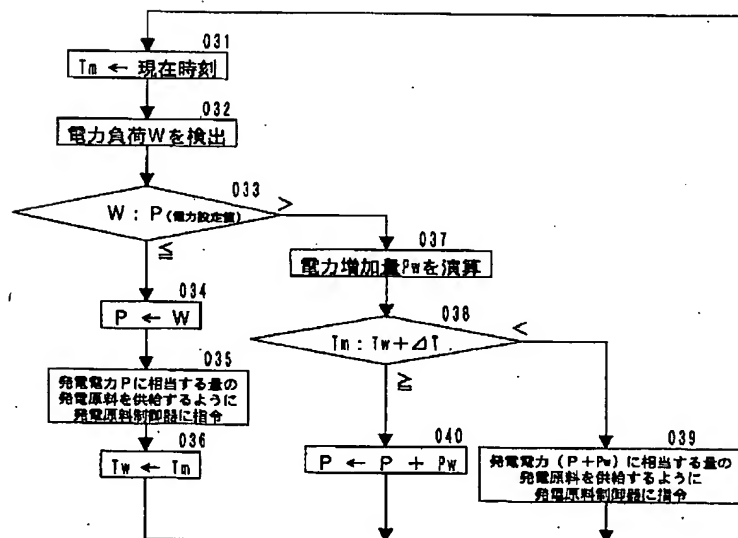
【図2】



【図3】



【図4】



- | | | | | | |
|---|---------|----|---------|----|---------|
| 1 | 燃料電池 | 6 | 燃焼器 | 11 | 空気和水分離器 |
| 2 | 燃料ガス生成器 | 7 | 燃焼原料調節器 | 12 | 電力設定器 |
| 3 | 発電原料創制器 | 8 | 空気供給器 | 13 | 供給空気調節器 |
| 4 | 燃料加湿器 | 9 | プロア | 14 | 燃料ガス切換弁 |
| 5 | 燃料和水分離器 | 10 | 空気加湿器 | 15 | バイパス管 |

The diagram illustrates a power plant system with the following components and flow paths:

- Component 1:** A large vertical rectangular unit, likely a boiler or heat exchanger.
- Component 2:** A rectangular unit receiving input from components 3 and 7.
- Component 3:** A rectangular unit receiving input from "発電原料" (Power Generation Raw Material) and "水" (Water).
- Component 4:** A rectangular unit receiving input from component 2, labeled "燃料ガス" (Fuel Gas).
- Component 5:** A rectangular unit receiving input from component 1.
- Component 6:** A rectangular unit receiving input from component 5 and component 7.
- Component 7:** A rectangular unit receiving input from "発電原料" and "水".
- Component 8:** A circular unit receiving input from component 6.
- Component 9:** A circular unit receiving input from component 10.
- Component 10:** A rectangular unit receiving input from component 9, labeled "空気" (Air).
- Component 11:** A rectangular unit receiving input from component 1.
- Component 12:** A rectangular unit receiving input from component 1.
- Component 13:** A rectangular unit receiving input from component 7 and component 8.

The flow paths are as follows:

- Air (空気) flows from component 10 to component 1.
- Fuel Gas (燃料ガス) flows from component 2 to component 4.
- Water (水) flows from component 3 to component 2.
- Power Generation Raw Material (発電原料) flows from component 3 to component 2 and from component 7 to component 6.
- Component 1 outputs to components 11 and 12.
- Component 5 outputs to component 6.
- Component 6 outputs to component 8.
- Component 8 outputs to component 13.
- Component 13 outputs to component 7.
- Component 7 outputs to component 2.
- Component 2 outputs to component 4.
- Component 4 outputs to component 1.
- Component 9 outputs to component 10.
- Component 10 outputs to component 1.
- Component 1 outputs to component 11.
- Component 11 outputs to component 5.
- Component 5 outputs to component 6.
- Component 6 outputs to component 8.
- Component 8 outputs to component 13.
- Component 13 outputs to component 7.
- Component 7 outputs to component 2.
- Component 2 outputs to component 4.
- Component 4 outputs to component 1.

- | | | | | | |
|---|----------|----|---------|----|----------|
| 1 | 燃料電池 | 6 | 燃焼器 | 11 | 空気側気水分離器 |
| 2 | 燃料ガス生成器 | 7 | 燃焼原料調節器 | 12 | 電力設定器 |
| 3 | 発電原料制御器 | 8 | 空気供給器 | 13 | 供給空気調節器 |
| 4 | 燃料側加圧器 | 9 | プロア | 14 | 燃料ガス切換弁 |
| 5 | 燃料側気水分離器 | 10 | 空気側加圧器 | 15 | バイパス |

[Claims]

[Claim 1]

A fuel cell system comprising: a fuel cell for reacting hydrogen and oxygen to each other to generate a power; a fuel gas generator for generating a fuel gas including hydrogen as a main component from a power generating raw material; a combustor for combusting a burnt raw material and a residual fuel gas exhausted from the fuel cell for keeping the fuel gas generator at a temperature necessary for it to generate the fuel gas; an air supply device for supplying the air to the combustor; and a supplied air amount adjusting device for adjusting the amount of the air to be supplied by the air supply device,

wherein the supplied air amount adjusting device adjusts the amount of the air to be supplied by the air supply device for sending the air by the amount necessary for completely burning the burnt raw material and completely burning hydrogen included in the residual fuel gas, to the combustor.

[Claim 2]

The fuel cell system according to claim 1, wherein the supplied air amount adjusting device adjusts the amount of the air to be supplied by the air supply device based on the amount of the burnt raw material to be supplied and the amount of hydrogen included in the residual fuel gas calculated from the amount of the power generating raw material to be supplied and a power generating current of the fuel cell.

[Claim 3]

A fuel cell system comprising: a fuel cell for reacting hydrogen and oxygen to each other to generate a power; a fuel gas generator for generating a fuel gas including hydrogen as a main component from a power generating raw material; a combustor for combusting a burnt raw material and a residual fuel gas exhausted from the fuel cell for keeping the fuel gas generator at a temperature necessary for it to generate the fuel gas; and a burnt raw material adjusting device for adjusting the amount of the burnt raw material gas to be supplied to the combustor,

wherein during combustion in the combustor, the burnt raw material adjusting device supplies the burnt raw material by a given amount or more determined in advance to the combustor.

[Claim 4]

A fuel cell system comprising a fuel cell for reacting hydrogen and oxygen to each other to generate a power and a power setting device for determining a generating power of the fuel cell,

wherein during operation of the system, the power setting device increases the generating power gradually when a power load is larger than the generating power, while decreasing the generating power in an instant when the power load is smaller than the generating power.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.